

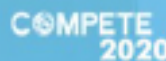
Workbook
**Economia Circular
e Uso Eficiente
de Recursos**



WATT
What About Twin Transition



Operado por



Título	<i>Checklist</i> – Descarbonização e Alterações Climáticas
Copyright ©	2023 CENTIMFE
Edição	 <small>Centro Tecnológico do Indústria de Moldes, Ferramentas Especiais e Plásticas</small>
1ª Publicação	Maio 2023
2ª Publicação	Julho 2023
Coordenação de redação	Ana Pires, Cátia Guarda e João Caseiro
Design gráfico e paginação	Cátia Guarda
Cofinanciado por	   <small>UNIAO EUROPEIA Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional</small>

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, transmitida ou cedida de qualquer forma ou por qualquer meio, eletrónico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer sistema de armazenamento ou recuperação de dados, sem a permissão prévia por escrito, do editor.

Índice

1. Enquadramento	4
2. Porquê promover o uso eficiente dos recursos? Porque é que a Economia Circular é importante para o Cluster Engineering & Tooling?	5
3. Que Economia Circular se pode implementar no Cluster Engineering & Tooling?	6
4. Como transformar o modelo de negócio do Cluster Engineering & Tooling para que seja mais circular?	8
5. Quais as tecnologias existentes que permitam implementar os modelos de negócio circulares no Cluster?	10
6. Como potenciar o modelo de negócio circular?	13
7. Referências bibliográficas	15

1 Enquadramento

Para que a sua empresa possa implementar a Transição Ecológica, importa conhecer as áreas emergentes da Transição Ecológica com maior impacto no Cluster Engineering & Tooling (E&T). As áreas em causa são a Descarbonização e Alterações Climáticas, Economia Circular e Uso Sustentável de Recursos, *Safe & Sustainable by Design* e Produção Limpa.

O processo de implementação da Transição Ecológica começa com a autoavaliação das empresas quanto ao nível de maturidade. Para tal, deverá recorrer à ferramenta que se encontra disponível em watt.centimfe.com e ver qual o resultado obtido. É provável que verifique que várias áreas precisam de ser intervencionadas. Por isso necessitará de definir uma estratégia, um plano para a Transição Ecológica na sua empresa, definindo as áreas onde intervir, objetivos a alcançar e indicadores de desempenho.

O CENTIMFE tem ao dispor da sua empresa um *toolkit* que ajuda ao desenvolvimento do seu plano para a Transição Ecológica. O *toolkit* é composto por:



Ferramenta de diagnóstico, para determinação do nível de maturidade



Livro Branco (Roteiro para a Transição Ecológica), um documento sobre os temas emergentes da Transição Ecológica e o Plano de Ação para a Transição Ecológica nas empresas



Workbooks com informação detalhada sobre a área de Transição Ecológica



Checklists, para verificação de medidas a implementar no âmbito de uma área de Transição Ecológica específica



Guias temáticos, que contêm Casos de estudo com medidas de Transição Ecológica implementadas pelas empresas;



Pacto de compromisso, uma Iniciativa proposta às empresas para iniciarem a Transição Ecológica

O *toolkit* é o ponto de partida para que a sua empresa inicie o processo de Transição Ecológica. Claro que as especificidades de cada empresa requerem uma especial atenção e personalização no caminho para a Transição Ecológica. O CENTIMFE está disponível para partilhar algumas ideias sobre como apoiar a sua empresa na Transição Ecológica, nomeadamente através de financiamentos, projetos de I&D+I, consultoria, formação e desenvolvimento de soluções à medida.

2 Porquê promover o uso eficiente dos recursos? Porque é que a Economia Circular é importante para o Cluster Engineering & Tooling?

A Economia Circular tem o enorme potencial de oferecer às empresas do Cluster a oportunidade de transformar as ineficiências da cadeia de valor linear em valor de negócio. As ineficiências vão para além dos resíduos gerados; também incidem sobre capacidades subutilizadas, produtos com vida muito curta, materiais insustentáveis e poluentes, valor de fim de vida desperdiçado e compromissos inexplorados com os clientes, que poderiam garantir a sua fidelização. A Fig. 1 apresenta os problemas da Economia Linear no Cluster Engineering & Tooling.



Fig. 1. Problemas da Economia Linear no Cluster E&T.

3 Que Economia Circular se pode implementar no Cluster Engineering & Tooling?

Para conseguir identificar as ineficiências da cadeia de valor linear e dos produtos de baixa circularidade, as empresas do Cluster devem começar por explorar modelos de negócio circulares tais como [1], apresentados na Tabela 1:

- Cadeia de abastecimento circulares;
- Plataforma de partilha e de trocas;
- Extensão do tempo de vida útil dos produtos;
- Reciclagem e valorização;
- Produto como serviço.

Estes modelos de negócio são capazes de incidir sobre ineficiências específicas. No caso da **cadeia de abastecimento circulares**, e considerando os setores de atuação do Cluster, os moldes são feitos de metal que terão teor de metal reciclado considerável. No entanto, a energia consumida não é totalmente renovável, os materiais das embalagens dos produtos em plástico não são feitos de materiais reciclados. Por fim, os produtos em plástico produzido também poderão não ser recicláveis e de origem fóssil. Não basta um material plástico ser termoplástico para ser reciclável; é necessário que existe um sistema de recolha seletiva, tecnologia e mercado para a matéria-prima secundária produzida, para que seja considerado reciclável. O fornecimento de metais para os moldes seria circular se a sua origem fosse também moldes, podendo reduzir a entrada de metais com substâncias que limitem a sua utilização (por exemplo, para contacto alimentar).

No caso da **plataforma de partilha e trocas**, as empresas poderão ter disponibilidade de equipamentos. Por isso, poderão existir equipamentos passíveis de ser partilhados no Cluster por não terem uma necessidade de utilização constante durante a atividade, podendo ser disponibilizadas a outras empresas.

A **extensão do tempo de vida útil do produto**, no caso das peças plásticas onde se recorre ao molde para o seu fabrico, o tempo de vida útil da peça está muito dependente da sua utilização. Plásticos de uso único têm tendência para desaparecer, não só de embalagens como de outros produtos, e passarem a ser reutilizáveis ou serem produzidos a partir de soluções que sejam de base biológica e biodegradável. Já no caso dos moldes, os mesmos são feitos para durar muitos anos, enquanto estão em operação, e são concebidos com elevada durabilidade e baixa manutenção ou reparação. Esta abordagem de Economia Circular

também permite explorar novas ligações com os clientes e sua fidelização, como é o caso de manutenção preditiva.

Tabela 1. Modelos de negócio circulares.

Modelo de negócio	Submodelo	Descrição
Cadeias de valor circulares	Durabilidade	Conceção de produtos que são duráveis e fáceis de reparar (e.g., modular)
	Fornecedores circulares	Recorrer a materiais recicláveis na produção, e.g. materiais renováveis e de origem biológica Recorrer a materiais reciclados, mesmo não renováveis
Plataformas de partilha e de troca	Partilha	Desenvolver soluções que permitam aumentar o tempo de uso
Produto como serviço	Produto como serviço	Oferecer aos clientes a utilização de um produto através de subscrição do serviço, em vez de ficar com o produto
	Desempenho como serviço	Oferecer aos clientes que adquiram um serviço pré-definido e o nível de qualidade pretendido
Extensão do tempo de vida	Reparação e manutenção	Entrega de serviços de reparação e manutenção para aumento do tempo de vida útil no mercado
	<i>Upgrade</i>	Melhorar o desempenho do produto através do <i>upgrade</i> de componentes
	Revenda	Revender produtos que tenham chegado ao fim do tempo de vida útil e tenha lugar em mercados de segunda-mão
	Refabrico	Recolher o produto e restaura-lo ou melhorar a sua função inicial e revender a um preço mais baixo
Recuperação e reciclagem	Reciclagem	Recolha e reciclagem dos produtos em fim de vida e utilizar na produção
	Retorno	Devolver partes danificadas ou componentes residuais à origem

Fontes: [1, 2]

No caso da **reciclagem e valorização**, no caso dos moldes, as empresas que têm sistemas de reciclagem em ciclo fechado para os moldes são reduzidas. Ao nível do Cluster poderia existir um sistema integrado de gestão de moldes, onde os mesmos pudessem ser recolhidos, desmantelados e reciclados, para dar origem a aços e alumínio e ligas de cobre para novos moldes. Já no caso do plástico, as empresas do Cluster necessitam de explorar o potencial do plástico reciclado e da sua incorporação nos produtos finais para os clientes.

O desenvolvimento de **produtos como serviços** permite às empresas oferecer produtos para uso, mas com retenção da propriedade do produto, o que incentiva o aumento de produtividade dos recursos ao longo do ciclo de vida. O Cluster já tem este modelo de

negócio, onde presta o serviço de moldação por injeção para clientes. No entanto, em muitos casos, o molde é do cliente e não do fabricante do molde. Se o produto for a peça em plástico, a mesma poderá ter uma função e, neste modelo de negócio, a empresa poderá passar a vender o serviço prestado pela peça em plástico e não a peça em si. Exemplos poderão ser o serviço de transporte de mercadorias, onde toda a embalagem terciária (a palete) está incluída no serviço. Se em vez de vender caixas herméticas, o objetivo for um serviço de fornecimento de caixas à medida das necessidades, é uma maneira de transformar o modelo de negócio e garantir fidelização. Se a peça for um componente a ser implementado num produto, será muito difícil equacionar um produto como serviço, sendo neste caso apenas poder ser concebido para o produto final.

4 Como transformar o modelo de negócio do Cluster Engineering & Tooling para que seja mais circular?

Para ocorrer a transformação de modelos de negócio lineares para circulares não basta apenas vontade; é necessário que a empresa se capacite de competências e recursos para poder fazer a mudança. As mudanças necessárias para a concretização da Economia Circular no Cluster Engineering & Tooling são [2]:

- Conceção de produtos para a circularidade;
- Material reciclado ou reciclável;
- Fabricar, refabricar e reciclar produtos;
- Vender serviços para todo o ciclo de vida do produto;
- Retomar produtos no fim de vida útil;
- Criar um ecossistema de parceiros;
- Transformar a mentalidade e a gestão de topo.

Estas mudanças são descritas de forma mais detalhada na Tabela 2. Nesta transformação, todos os departamentos da empresa são necessários e têm de colaborar, pois todos têm um papel muito importante e podem influenciar a transformação. As vendas e as compras são elos muito importantes para a mudança do molde de negócio, assim como o I&D.

Tabela 2. Mudanças necessárias para a concretização da Economia Circular no Cluster E&T.

Conceção do produto para a circularidade

- Conhecimento necessário: compreender o impacte ambiental dos produtos através do seu ciclo de vida e capacidade de conceber produtos que sejam duráveis, fáceis de reparar e de *upgrading*, e usar recursos de modo sustentável.
- Como? Desenvolver avaliação do ciclo de vida para compreender e evitar impactes ambientais no design, desenvolver passaportes do produto para permitir um melhor uso e direccionar o fim de vida do produto.

Material reciclado ou reciclável

- Conhecimento necessário: conceber produtos seguindo regras de design circular (materiais compatíveis, *design for disassembly*), modificar os critérios utilizados nas compras para incluir indicadores-chave de desempenho (KPI) ambientais, estabelecer ligações com produtores de matérias-primas.
- Como? Participar em plataformas de recurso *Marketplace* e de *Waste Exchange*, fomentar simbiose industriais e de subprodutos, estabelecer sistemas de *take-back* de produtos, para que as matérias-primas resultem da reciclagem dos produtos iniciais.

Fabricar, refabricar e reciclar produtos

- Conhecimento necessário: gestão de fluxo de materiais para conhecer o percurso e materiais na instalação, capacitação em desmantelamento, reparação e refabrico, assim como em reciclagem.
- Como? Implementar sistema de controlo dos produtos em fim de vida que são devolvidos, para saber a sua proveniência e possível utilização; separação e desmantelamento. Desenvolver sistema de qualidade para produtos refabricados e vendidos em segunda mão.

Vender serviços para todo o ciclo de vida do produto

- Conhecimento necessário: desenvolver as vendas com foco nas necessidades do cliente, desenvolver ligações com o cliente ao longo do ciclo de vida do produto (por exemplo, identificando os problemas que vão surgindo, promovendo a interação com o cliente), desenvolver serviços de apoio à extensão do ciclo de vida (manutenção, reparação, substituição).
- Como? Através de informação faça-você-mesmo para a reparação e manutenção, serviços de manutenção (remoto), *upgrade* de software e de componentes.

Retomar produtos no final de vida

- Conhecimento necessário: conhecimento em sistemas em ciclo fechado de retorno dos produtos quando chegam ao fim de vida. Conhecimento em rastreabilidade e monitorização e em incentivos de retorno.
- Como? Estabelecer sistemas de depósito reembolso, ou de incentivos financeiros, estabelecer o sistema e os parceiros necessários para a sua implementação.

Criar um ecossistema de parceiros

- Conhecimento necessário: capacidade de mapear o ecossistema, aumento do número de parceiros e ter os parceiros necessários para fechar o ciclo, compreender as questões relacionadas com direitos de propriedade.
- Como? Estabelecer ou aderir a plataformas digitais de *stakeholders* para que participem e partilhem ideias

Transformar a mentalidade e a gestão de topo

- Conhecimento necessário: capacidade de desenvolver e de motivar as competências circulares e os resultados a alcançar, promover a alteração da cultura da empresa, definir objetivos e métricas de iniciativas de circularidade e compreender as diversas perspetivas do ciclo de vida do produto.
- Como? Integrar os objetivos de Economia Circular e organizar produtos e serviços que promovam a colaboração cruzada na empresa, motivando os colaboradores a mudar a perspetiva para ser circular e facilitar a troca de informação e de conhecimento dentro da empresa.

Fonte: Adaptado de [3]

5 Quais as tecnologias existentes que permitam implementar os modelos de negócio circulares no

Sendo o WATT um projeto que promove a Transição Dupla, importa aqui mencionar as tecnologias que poderão impulsionar a Economia Circular. A reinvenção digital da indústria contribui para alcançar benefícios tangíveis e permite à empresa evoluir para uma Economia Circular dentro Cluster Engineering & Tooling.

Explorar as tecnologias que poderão ser aplicadas, avaliar a maturidade tecnológica e quais os riscos associados são aspetos que importam ser abordados neste *workbook*. Para classificar as tecnologias foram definidos quatro níveis (Fig. 2): emergente, em melhoria, consolidada e em expansão no mercado.

Emergente	Em melhoria	Consolidada	Expansão
<ul style="list-style-type: none"> • Inteligência Artificial • Digital Twin • Nanotecnologia 	<ul style="list-style-type: none"> • Blockchain • Robótica • Novos materiais (incluindo de origem biológica) • <i>Conversational systems</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • IoT e Industrial IoT • Machine Learning • Realidade aumentada/virtual • Big Data • Visão artificial 	<ul style="list-style-type: none"> • RFID • Fabrico Aditivo • Espectroscopia UV/IR/NIR/NMR

Fig. 2. Classificação das tecnologias através de quatro níveis.

As tecnologias aqui podem impulsionar os modelos de negócio circulares de diversos modos. Por isso, importa perceber, com maior detalhe, o contributo de determinadas tecnologias para a Economia Circular e que estão disponíveis na *Learning Factory*. A *Learning Factory* do CENTIMFE possui os seguintes demonstradores (Tabela 3): Fabrico Aditivo polimérico e metálico, *Digital Twin*, *Machine Learning*, novos materiais, robótica e computação de elevado desempenho (HPC).

Tabela 3. Tecnologias disponíveis na *Learning Factory* do CENTIMFE.

Tecnologia	Descrição	Exemplo de modelo de negócio circular	Benefícios de circularidade
Fabrico Aditivo	Produção de objetos em 3D através da deposição/fusão de material por camada	Vendas <i>on-demand</i> de peças plásticas que são difíceis de fornecer por terem procura baixa ou intermitente	Promove a reparação e a extensão da vida útil do produto, reduz custos de inventário e de reparação
Robótica	Aplicação de máquinas que são programas realizarem, de forma automática, ações complexas	Manipulação de peças sem causar dano ou estrago, desmantelamento de equipamentos	Promove a reparação dos equipamentos e a reciclagem dos materiais, previne a produção de resíduos
Novos materiais	Avanços no desenvolvimento de polímeros com menor impacto ambiental	Plástico reciclado, plástico de origem biológica, polímeros funcionais (condutores de eletricidade), polímeros autorregenerativos	Aumento da permanência do plástico na economia, aumento da reciclagem do plástico, promove o fecho de ciclo. Substituição de materiais não renováveis por renováveis
Digital Twin	Um modelo virtual de um processo, produto ou serviço, combinando os mundos virtual e físico. Permite a análise de dados e a monitorização de sistemas para desenvolver novos produtos ou promover a manutenção preditiva	Produção zero defeitos	Promove o desenvolvimento de soluções de manutenção, reparação, e melhoria de processos. Reduz a produção de resíduos (peças com defeito)
Machine Learning	Permite às máquinas modelar sistemas complexos após terem sido treinadas com bases de dados históricos	Otimização de processos com vista à redução do consumo de matérias-primas	Permite reduzir o consumo, permite aumentar a eficiência e evita a produção de resíduos

6 Como potenciar o modelo de negócio circular?

Várias são as estratégias para conseguir comunicar, junto dos clientes, as medidas de circularidade que a empresa se encontra a desenvolver. Comunicar com garantias de que não se está a fazer *greenwashing* é uma necessidade cada vez maior.

Por isso, uma das estratégias passa pela implementação de rótulos ambientais dedicados a produtos circulares e de baixo impacte ambiental. Outra alternativa será aguardar pela publicação das normas da Economia Circular, da ISO CT 218, em 2024.

Conseguir tornar o molde circular requer que o molde seja concebido com esse objetivo, sendo também um dos pontos de foco a matéria-prima que o constitui. O objetivo do CENTIMFE é o de apoiar as empresas para conceberem moldes sustentáveis e circulares, ser um facilitador nesta inovação, compreender o fluxo de metal no circuito dos moldes e desenvolver modelos de negócio circulares para otimizar a cadeia de fornecimento dos metais, bem como desenvolver princípios circulares de design de moldes e tecnologia que permita dinamizar a circularidade. Para tal, a cadeia de valor do molde terá de:

- Fechar o ciclo: reduzir ou eliminar o consumo de metais virgens nos moldes; promover a produção de moldes recorrendo a aços secundários;
- Abrandar a taxa de consumo de metais nos moldes: através do aumento da durabilidade, da reutilização do molde quando chega ao fim de vida, refabrico, canibalização, entre outros;
- Diminuir a quantidade de metais consumidos para fabrico dos moldes: produzir o mesmo molde com menos matéria-prima, aumentar a produtividade dos recursos, aumentar o uso e a reparação, reduzir o sobredimensionamento.

Tornar o plástico circular é também um desafio na indústria. Neste campo já são várias as iniciativas europeias com vista à promoção de soluções de circularidade para os plásticos, assim como diversos projetos europeus vocacionados para esse efeito. Na Estratégia Europeia para o Plástico estão destacadas diversas medidas de promoção à circularidade, ao nível do design dos produtos que garanta a reciclabilidade do plástico e a incorporação de plástico reciclado, a recolha seletiva de resíduos de plástico, a promoção de plásticos de origem biológica, compostáveis e biodegradáveis [4]. Para tal, a cadeia de valor do plástico terá de:

- Fechar o ciclo: reduzir ou eliminar o consumo de plástico virgem; promover a produção de peças plásticas recorrendo, principalmente, a plástico pós-consumo;
- Abrandar a taxa de consumo de plástico: através do aumento da durabilidade dos produtos plásticos, promover a reparação de produtos plásticos através do fabrico aditivo (onde se inclui a impressão 3D);
- Promover o *design for recycling* e o *design from recycling* do plástico, para que este possa ser reciclado o máximo número de vezes possível, de modo seguro e sustentável, e que os produtos sejam concebidos de acordo com as propriedades do plástico reciclado.

7 Referências bibliográficas

- [1] M. P. P. Pieroni, T. H. Jense, D. C. A. Pigosso e T. C. McAloone, “Circular Economy Business Modelling: CIRCit Workbook 2,” Technical University of Denmark, Kongens Lyngby, 2020.
- [2] DDC. “Designing Your Circular Transition”, ddc.dk. <https://ddc.dk/tools/designing-your-circular-transition/#> (acedido: 9 de maio de 2023).
- [3] Sitra, 2018. “Circular economy business models for the manufacturing industry”, sitra.fi. <https://www.sitra.fi/en/publications/circular-economy-business-models-manufacturing-industry/> (acedido: 9 de maio de 2023).
- [4] European Commission, 2018. “Plastics strategy”, environment.ec.europa.eu, https://environment.ec.europa.eu/strategy/plastics-strategy_en (acedido: 10 de maio de 2023).